

I-552 地中連壁を有するロックフィルダムに関する研究（その2） （原位置起振実験及び地震応答解析について）

埼玉大学	正会員	渡辺	啓行
千葉県庁	正会員	高田	穣
電源開発		錦織	徹雄
電源開発		瀧本	純也
電源開発		新村	隆之

＜研究の目的＞

河川の中下流部にダムを建設する場合、河床堆積物が厚く堆積していて経済的に除去することが困難な場合がある。解決策の1つに河床堆積物中に遮水のための地中連壁を埋設しその上にダムを建設するという工法があり外国では普及している。日本ではその耐震性が要求されるが、本研究では、このような地中連壁を有するロックフィルダムの地震時における安定性を実験的、解析的に解明することを目的としている。

＜原位置起振実験＞

現在、電源開発によって建設中である只見ダム（地中連壁を有するロックフィルダム）の右岸側直下流の地点において、図1に示すような断面構成の実験用構造物を築造し、これに対して起振機を用いた起振実験を行った。この実験用構造物は河床堆積物中に普通コンクリートの部分と、普通コンクリートよりも剛性の小さいベントナイト混入コンクリートの部分とからなる口型の地中連壁を打設し、その上にダム建設に実際に使用されたコア材、ロック材を盛り立てたものである。この構造物内に図2に示すように測定用計器を配置した。また、使用した起振機は、起振振動数範囲0.5～25.0Hz、最大起振力10tのものである。

実験結果のうち、図1におけるX-X断面内で加振した場合の結果を示す。図3は構造物の中心軸にそう加速度の伝達特性を示すものであり、図2の加速度計B-1、B-2の応答値を基盤における応答値（B-3）で除したものである。計器の位置から全体的な挙動を反映しているものであると考えられ8点の共振点が読み取れる。

断面を図4の様に、コンクリート部分には梁要素、地盤部分には三角形要素、両者の接触面にはジョイント要素を用いて離散化し固有値解析を行った。その結果の例を図5に示す。また、この結果と図3の共振点及び、地中連壁のねじれ固有振動数とコア材が集中質量として作用する場合の地中連壁の曲げ固有振動数とを表1に示す。固有値解析による1次振動は起振機の起振力不足により図3には現れておらず、11.0Hz付近の共振点以外は解析によって求めることができた。

＜地震応答解析＞

前述（その1）の只見ダムの標準断面を三角形要素、梁要素、ジョイント要素を用いて離散化した系に対して、動的定数に双曲線モデルを適用した等価線形解析を行い、ジョイント要素の滑り、剥離を考慮した非線形地震応答解析を行った。初期応力状態は洪水時の応力分布を用い、入力地震動には最大加速度200galの正弦波及び最大加速度250galの伊豆半島東方沖地震の強震記録波形を用いた。正弦波入力の場合には地中連壁が普通コンクリートの場合とベントナイト混入コンクリートの場合とについて、地震波の場合にはベントナイト混入コンクリートの場合についての解析を行った。

図6はダム軸に沿う水平加速度の応答倍率を示すものであるが、この図より地中連壁部分での増幅は小さく、ダム堤体内部に入ってから増幅が著しいことが判る。ただし、正弦波入力の場合には地中連壁の剛性の差による応答値の差が小さいことから1本の線で表している。

図7は地中連壁の上流面に沿うジョイント要素の垂直応力の正弦波入力の場合の時刻歴応答であり、地中連壁上部において剥離が生じていることが判るが、その量は粘着力でカバーできる程度のものである。また全体的な傾向を見ても地中連壁の剛性の違いによる応答の顕著な差は認められない。

<結論>

原位置起振実験の結果、地盤と地中連壁との連成振動の挙動を解明でき、振動が微小な場合には普通コンクリートが周辺地盤よりも剛性が著しく大きいために、地中連壁単体としての自由振動が現れ得るということから、周辺地盤と一体になりにくく応力集中を生じ易いため耐震上不利であることが判った。

地震応答解析の結果、地中連壁の剛性の違いによる応答の差異は認められず、また、地中連壁を有するロックフィルダムは耐震設計上問題はない。

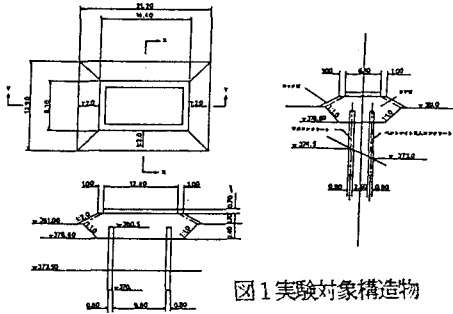


図1 実験対象構造物

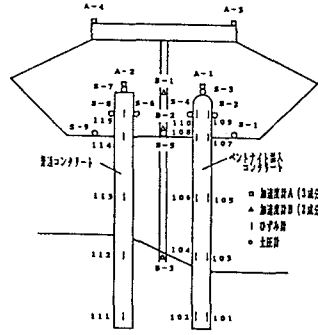


図2 測定計器の配置

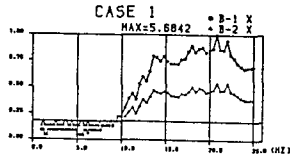


図3 中心軸に沿う加速度の伝達特性

表1 固有振動数

共振点	H ±
実験値	11.0 12.5 13.5 15.0 16.0 17.0 21.0 22.0
解析値	8.1 13.2 15.0 17.4 19.4 20.6 22.5
曲げ	11.1
せん断	15.0

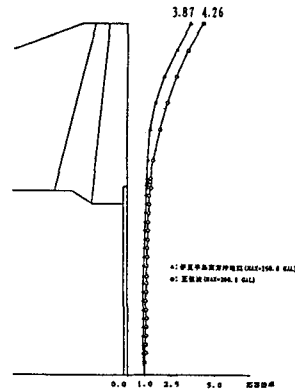


図6 ダム軸に沿う水平加速度の応答倍率

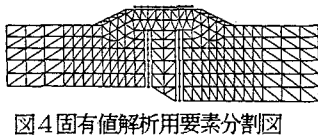


図4 固有値解析用要素分割図

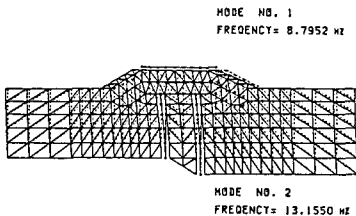


図5 固有振動モード形(1次、2次)

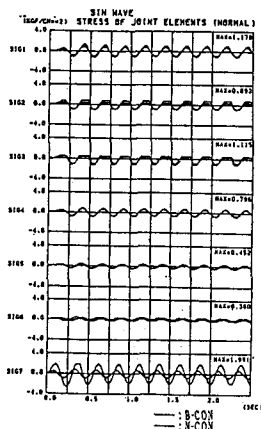


図7 地中連壁上流面に作用する動的垂直応力